

逢甲大學學生報告 ePaper

永續建築設計方法之研究—以插件建築及仿生建築為例

Research on Sustainable Building Design
—Application of Plug-In Architecture and Zoomorphism Architecture

作者：許學禮* 賴丞鴻**

系級：都市計畫與空間資訊學系 碩士在職專班

學號：M9609852* M9611062**

開課老師：王大立 老師

課程名稱：都市財政專題研究

開課系所：都市計畫與空間資訊學系

開課學年：九十七學年度 第一學期

摘 要

自從 1987 年 WCED 將「永續發展」的概念定義為：「人類有能力使發展持續下去，既能滿足當代的需要，又不損及下一代滿足其需要發展模式」後，人類開始從本質上去思考人類自身與環境的互動關係，也開始啟動各個層面的行動整合。所以全球和台灣目前都極關注於「永續發展」。

本研究將透過相關文獻回顧，先行認識「永續發展」、「插件建築」及「仿生建築」等來源的探究與觀念之釐清；其次將永續發展之當代意義與概念重新建構，並透過相關案例了解及分析，進一步釐清「插件建築」之概念；並透過「仿生建築」相關案例解析及說明來強化「仿生建築」之擬態概念後，再整理研究分析之結果，針對永續建築操作方法提出可行之結論與建議。

本研究用意在於透過一些簡明易懂的實例引介與個案分析上，將具有可能性或已然實踐的作法以建立設計操作概念與手法的方式加以歸納分析，並在「永續發展」主題的引導下，將仿生建築與插件建築聯結成新的「生物擬態插件建築」(暫訂為 Biological Mimicry Plug-In Unit Building)，期許跨領域的學科整合，並冀望起頭的設計構想創意製造者在內心與設計操作過程中都能有著生物與環境觀點，一點一滴的去累積出他們對於地球—包含人類在內的整體動植物與礦物—真心關懷的人造環境。

本研究最後並針對永續建築的操作手法，歸納整理出五點主要輪廓，將可作為有心進入此一領域的個人或團隊予以傳遞或記憶。並冀望對於後續有心研究者有個拋磚引玉的效果。

關鍵詞：永續發展、插件建築、仿生建築

Keywords：Sustainable Development、Plug-In Architecture、Zoomorphism

目 錄

壹、緒 論.....	4
貳、文獻回顧.....	4
一、永續發展的起源與定義.....	4
二、插件建築.....	5
建築電訊 (ARCHIGRAM ARCHIVES) 的主張.....	6
新陳代謝論 (METABOLISM) 的主張.....	7
開放建築 (OPEN BUILDING) 的主張.....	7
三、仿生建築.....	8
仿生學 (BIONICS).....	8
變形 (MORPHS).....	8
仿生建築 (ZOOMORPHIC-NEW ANIMAL ARCHITECTURE).....	8
參、永續發展概念的重構.....	9
肆、插件建築之概念與案例分析.....	10
一、插件建築之概念描述.....	10
二、新陳代謝論之案例分析.....	11
中銀艙式建築大樓 (膠囊塔).....	11
三、開放建築之案例分析.....	12
大阪天然氣實驗集合住宅：NEXT21.....	12
伍、仿生建築之概念與案例分析.....	12
一、仿生建築概念說明.....	12
二、仿生建築案例分析.....	14
陸、永續發展與插件建築及仿生建築之間的聯繫.....	15
一、在永續發展上做努力.....	16
二、對生命週期的代謝觀念.....	16
三、復原重生觀念上的重疊.....	16
四、高科技技術與材料的依賴.....	16
柒、結論與建議.....	17
一、跨領域學科的整合.....	17
二、擴大仿生建築模擬範圍.....	17
三、加強插件建築的多樣性.....	17
四、新工具與新材料的適應與開發.....	18
五、零組件化與可重複且多重使用化的思考.....	18
參考文獻.....	18
一、期刊書籍.....	18
二、網站資料 (最近日期 2008/12/31).....	19

圖目錄

圖 1. 尤納·弗萊德曼，空間城市 (VILLE SPATIALE-SPATIAL CITY)，1960.....	5
圖 2. 黑川紀章，螺旋形城市 (PROJECT FOR A HELIX CITY)，1961.....	5
圖 3. 磯崎新，空中都市，1963	6
圖 4. 孵化過程，磯崎新，1962	6
圖 5. ARCHIGRAM / PETER COOK，插接城市 (PLUG-IN CITY)，1964	6
圖 6. 環境層級分級原則概念圖.....	7
圖 7. BMW WELT 競圖首獎，藍天組 (COOP HIMMELBLAU)，2001-2007	8
圖 8. BMW WELT 競圖首獎，藍天組 (COOP HIMMELBLAU)，2001-2007	9
圖 9. BMW WELT 競圖第三名，扎哈·哈迪德，LEIPZIG，GERMANY	9
圖 10. BMW WELT 競圖第四名，莫菲西斯 (MORPHOSIS)，LEIPZIG, GERMANY.....	9
圖 11. 黑川紀章，中銀艙式建築大樓，日本，東京.....	11
圖 12. NEXT21，東京，大阪	12
圖 13. 法蘭克·蓋瑞，魚舞餐廳，日本，神戶，1986-1987.....	14
圖 14. 倫佐·皮亞諾，音樂禮堂公園，義大利，羅馬，1994-2002.....	15
圖 15. EDEN PROJECT，英國，康沃爾郡，1996-2001.....	15
圖 16. GRAFTON NEW HALL，英國，英格蘭，柴郡，2001-.....	15

壹、緒 論

近年來永續發展與二氧化碳減量之話題塵囂甚煙，已逐漸成為全球共識下的主要議題，而永續發展最具代表性的想法就是：我們只有一個地球。為滿足居住行為及其生活機能需求所製造出來的各項產物，直接與間接的消耗了地球上大量的資源，甚至在製造過程中更產生了大量的二氧化碳。

但為居住與生活的建設，而對環境資源的取用有其無法停止的必要事實。如果透過行為與觀念的轉變，能夠經由適當的選擇（工法與材料）、適當的減量（低限使用）及循環應用（回溯再生），再加上適當的選擇設計工具（草圖到細部），可能可以讓地球資源得到一個喘息與修護的機會。

國外在永續發展議題下，對於減量及循環應用之研究也相繼有所討論與實現，但從文獻收集的過程中，大部份是著墨在在營造工法與材料組合應用上，而對於真正上位階觀念上的推廣反而大部份是作為一個宣言式的定義，而鮮少討論到如何去向下扎根與推廣。因此本研究之目的乃在嘗試與冀望：以現有對應永續發展狀況之相關設計操作觀念與實例為基礎，提出一個簡明易懂的介紹，將永續發展與設計行為進行結合，提出一些在“永續”與“設計手法”上的發展觀念，在永續發展主題引導下，條列出在資源應用與觀念建立上簡明的建議，進一步讓實質環境與空間建構者加以應用，並獲得在永保地球資源的觀念下，透過易懂的操作手法來實踐永續發展之概念。

因此本研究將以國外已實踐之仿生建築、插件建築其永續空間與環境經營概念為研究對象，透過其主要理論建構概念及設計操作實踐來加以重新理解與建構。冀望能對實質空間環境永續經營上帶來觀念上與手法上的突破，進而影響規劃者對永續環境議題的重視。

貳、文獻回顧

本研究文獻回顧主要分為三個部份檢討，第一部份有關永續發展理念的概述；第二部份則針對插件建築相關文件進行文獻整理；第三部份則是以仿生建築的相關文獻整理。

一、永續發展的起源與定義

永續發展之起源最早可追溯至在1972年在瑞典斯德哥爾摩召開的聯合國第一次「人類環境會議」。該會議通過「人類環境宣言」提出：「為了這一代和世世代代，保護和改善人類環境已經成為人類一個緊迫的目標...」，這是全球對於環境權議題正式的第一次重視。1983年第三十八屆聯合國大會通過成立「世界環境發展委員會」(World Commission on Environment and Development, WCED)針對公元2000年開始及以後年代提出「落實永續發展的長期環境對策」。

1987年第四十二屆聯合國大會中WCED發布「Our Common Future」報告當中提出人類正面臨一系列的重大問題包括：經濟、社會和環境等。並將「永續發展」的概念定

義為：「人類有能力使發展持續下去，既能滿足當代的需要，又不損及下一代滿足其需要發展模式」。此一概念已經得到非常廣泛的認同。

另外 1992 年在巴西里約熱內盧召開「地球高峰會—聯合國環境與發展會議」(United Nations Conference Environment Development, UNCED)，則將人類與環境的關係及環境保護結合經濟發展等議題延伸到永續發展，涵蓋領域也由土地圈生物圈大氣圈等擴大到整個地球系統。

為因應永續發展時程上的進展，聯合國環境署 (UNEP, 1972)、政府間氣候變遷諮詢委員會 (IPCC, 1988)、全球環境基金 (GEF, 1991)、永續發展委員會 (CSD, 1992) 等機構也相繼成立，形成自環境、氣候、經濟、財務補助到永續發展的整體系統。

二、插件建築

1956 年時 Yona Friedman 在 Dubrovnik 召開的第十屆國際現代建築大會 (Congress International Architecture Modern, CIAM) 上，以普遍主義方法和對發展的堅定信念向現代主義提出質疑。同年首次展出「移動的家」，表達「永續變化的建築」需要一個「可變化的社會」一個由居住者決定的住宅與城市規劃的理念；並在 1958 年創建了一個三維跨距的結構原理，即影響後續插件建築發展相當深遠的「空間城市-Spatial City (Ville spatiale)」(圖 1)。



圖1. 尤納·弗萊德曼，空間城市 (Ville spatiale-Spatial City)，1960。
(圖片來源：<http://www.megastructure-reloaded.org/en/yona-friedman/>)

1960 年 Yona Friedman 的建築理論受到日本建築師黑川紀章 (Kisho Kurokawa) 的關注，因啟發而提出「螺旋型城市」的概念 (圖 2)。他的「空間之城」的理論在 1963 年也啟發倫敦的幻想主義計畫「建築電訊」(Archigram)，並推動六十年代、七十年代日本的「新陳代謝派」(Metabolism)，例如丹下健三 (Kenzo Tange) 的類似專案及磯崎新 (Arata Isozaki) 的「生長的」空中建築 (圖 3、圖 4)。

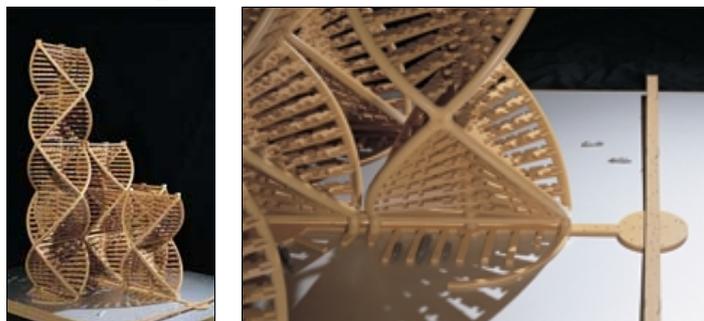


圖2. 黑川紀章，螺旋形城市 (Project for a Helix City)，1961。
(圖片來源：<http://www.kisho.co.jp/page.php/200>)

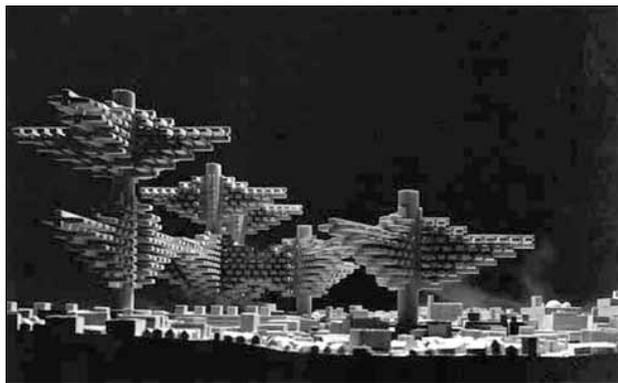


圖3. 磯崎新，空中都市，1963。

(圖片來源：<http://www.archiblue.com/ver01/serial/kimkisu5/gisus5.htm>)

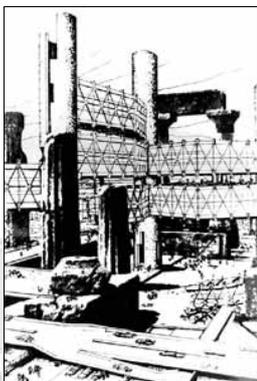


圖4. 孵化過程，磯崎新，1962。

(圖片來源：<http://www.archiblue.com/ver01/serial/kimkisu5/gisus5.htm>)

建築電訊 (Archigram Archives) 的主張

Peter Cook 在 1964 年提出「插接城市」(Plug-in City)，整個「插接城市」主要討論的是一系列 1962-1964 年間的構想組合。其中一個典範「金屬艙住宅」就是將可移動住宅單元置入具體的「超大型結構-Megastructure¹」(圖 5)。

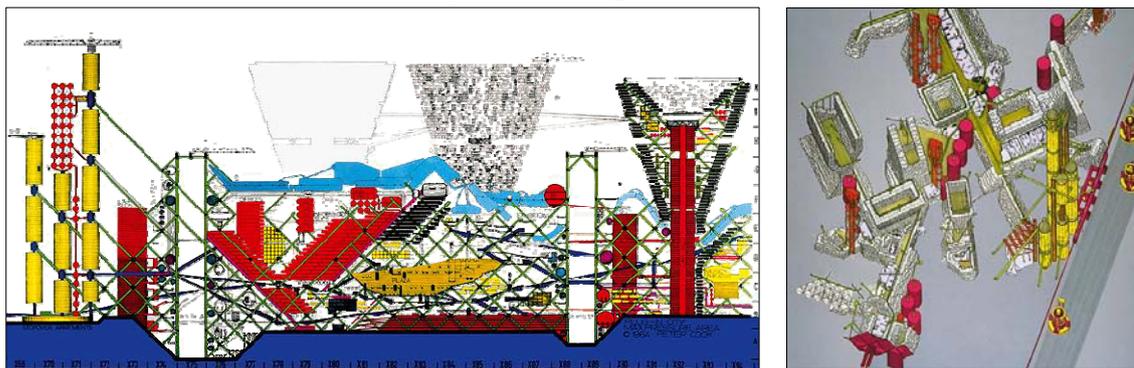


圖5. Archigram / Peter Cook，插接城市 (Plug-In City)，1964。

(圖片來源：<http://www.megastructure-reloaded.org/en/archigram/>)

另外於 1965 年 Peter Cook 繼續又提出「插接大學節點」(Plug-in University Node)，延伸「插接城市」之超大型結構組件更換與更新之多樣化的概念訓練，並顯現了設計案中的「游牧」特質 (Crompton, 1994)。1970 年大阪世界博覽會，Archigram 提出關於大阪城市的五個問題，並命名為大阪電訊 (Osakagram)，採用一個通廊式的展覽館，於世界博覽會中大出鋒頭，對 70 年代後的日本建築界也產生重要的影響 (Crompton, 1994)。

¹ 請參見 <http://www.megastructure-reloaded.org/en/intro/>。

新陳代謝論 (Metabolism) 的主張

從建築潮流來看，新陳代謝論被視為是日本現代主義以來重要的理論發展，六十年代開始的新陳代謝論 (Metabolism)，於七十年代以後發展成為後期新陳代謝論 (Post-Metabolism)。新陳代謝論者通常會在基於技術上之研究將其構想實現於建築物實體中，讓構想與實際社會現狀相結合。以生物學與新陳代謝論為技術基礎，當科技不斷進步，建築物就依如科技的循環不止一般。不同生活跨距下的建築物，各部份可獨立發展以便當時間變遷時被移去或被取代與修正。一些代謝論者的作品，很容易看出其特徵：包括：清晰的主從系統—設備單元核與住宅單元，工業化製品組裝、零件化、科技感、試驗性 (吳綏德譯 1983)。

開放建築 (Open Building) 的主張

1961 年荷蘭 John Habraken 教授首次提出「開放建築」(Open Building) 的觀念 (Habraken, 1961)。「開放建築」是個基礎建立在與各層級相對應下，去組織建築物和技術之決策處理過程的國際運動。在西方，「開放建築」是一種局部繼承的支援運動。「開放建築」同時也是一個片語，用來描述支援此項組織化原則的計畫、信念、方法或者產品。

「開放建築」還有一個「共同完成」的新概念，由使用者／居住者與設計者、投資者、製造者、施工者等專家共同參與完成，此外「開放建築」以環境層級的概念將各層級由設計到城市結構，由低到高將層級分的更細 (圖 6)，自：設計層級 (design level)、填充體層級 (infill level) 20 年期、房屋配置層級 (house allocation level) 25 年期、支架體層級 (support level) 100 年期、都市表皮層級 (urban tissue level) 100-300 年期、城市結構層級 (city structure)。

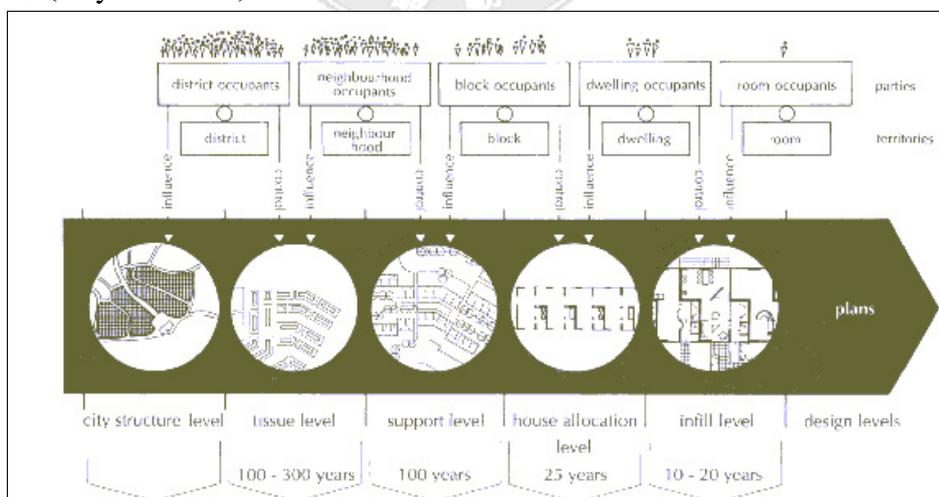


圖6. 環境層級分級原則概念圖 (A Diagram of the Principle of Environmental Levels)。
(圖片來源：<http://www.open-building.org/ob/concepts.html>)

「開放建築組織執行小組」(Open Building Implementation, CIB W104) 之網站 (<http://open-building.org/>) 中 Stephen Kendall 教授對於「開放建築」的簡介，最能詮釋「開放建築」的概念與精神。Kendall 教授認為穩定和變動二者都是當代建築環境裡的現實，建築物和其基地無論在穩定或社會和技術劇變時期都必須進行調整以保有吸引

力、安全和實用性，而且設計和建造涉到很多人，透過協議分擔責任，「開放建築」的核心問題在於如何設計建築環境，而能維護整體的長期利益和個人偏好的變化²。

三、仿生建築

在仿生建築的產生之前，其實人類很多重大交通工具的進展上，莫不都具有相當明顯的仿生現象，如：飛機之於鳥類、直昇機之於青蜓、船舶之於魚類。因此仿生現象陸續出現於醫學、藝術或建築，甚或更廣大的領域都只是發生之時序為何的必然現象。

仿生學 (Bionics)

仿生學係模仿生物系統特殊本領的一門科學，藉由瞭解各種生物之結構性及功能運作原理，來研製新機械和新技術或解決機械技術上的難題，於 1958 年由美國的 Jack E.Steele 首先提出此一術語，並於 1960 年正式發表 (Vincent, 2001)，其研究係透過對生物有機體的研究來發掘出工程學問題的解答，主要作為提供生命維繫機械的醫學工程為主，該研究在建築學與建築工程上並未有明顯的連結，但對後續工程科技的發展必有著其相關聯性。

變形 (Morphs)

Morphs 字義係來自於動物或植物的變形。早在埃及或許多原住民的部落中，就充滿著或記載許多關於動物神有關的神話 (Zoomorphism)，如埃及的獅身人面像、挪威神話中的狼、印地安神話中的大象國王神、基督教的獅子等；此外在人類藝術的創造行為上也常透過動植物的觀察型態之變形行為來回應，如 Antoni Gaudi Cornet (1952-1926) 的作品中充滿動物神話與植物的線條，又如：始於 1880 年代的「新藝術運動」時期不論是建築或是室內設計，也滿佈著自然的元素，海藻、草、昆蟲、花卉與植物、蔓藤。

仿生建築 (Zoomorphic-New Animal Architecture)

2004 年，Hugh Aldersey-Williams 出版「當代仿生建築」(Zoomorphic-New Animal Architecture, 盧昀傳, 苗苗, 劉靜波, 2004)，說明 Zoomorphic 是一種新的與動物形態在結構與功能上由內到外整體結合式的建築風格。在書中提出他觀察 2001 年 12 月德國汽車製造商 BMW 舉辦的 BMW Welt (意指 BMW World³) 建築競圖案的競圖結果發現，從首獎方案到許多前幾輪就被淘汰的入選方案，都是以不規則曲線設計，嘗試把波浪和森林作為創作題材或將它們引入空間型態設計以模仿生物器官 (出處同上, p9)。



圖7. BMW Welt 競圖首獎，藍天組 (Coop Himmelblau)，2001-2007。
(圖片來源：http://www.bmw-welt.com/web/portal/de/index_highend.html)

² 請參見 <http://www.open-building.org/ob/concepts.html>。

³ 請參見 <http://www.bmw-welt.com>。



圖8. BMW Welt 競圖首獎，藍天組 (Coop Himmelblau)，2001-2007。
(圖片來源：http://www.bmw-welt.com/web/bmw-welt/de/index_highend.html)

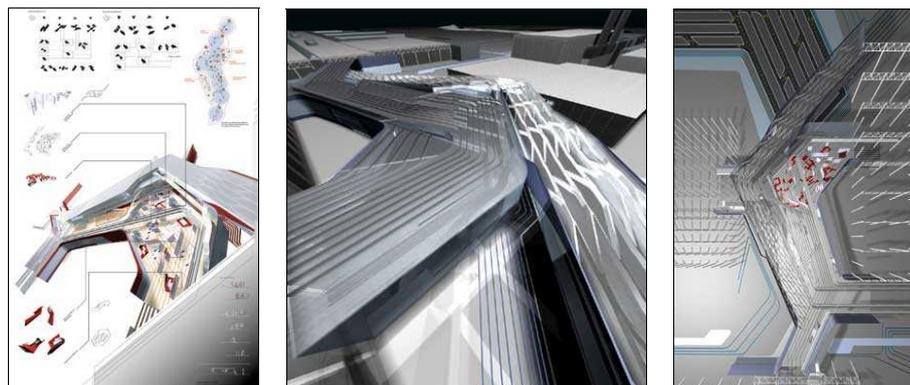


圖9. BMW Welt 競圖第三名，扎哈·哈迪德 (Zaha Hadid)，Leipzig, Germany。
(圖片來源：<http://www.zaha-hadid.com>)



圖10. BMW Welt 競圖第四名，莫菲西斯 (Morphosis)，Leipzig, Germany。
(圖片來源：<http://www.morphosis.net>)

Hugh Aldersey-Williams 在書中更進一步針對“有機的”準確性提出質疑，也認為“生物工藝的”或“技術有機的”兩個名稱含有生物學型態對技術手段有著局限性的依賴，而新藝術時期所創造的“生物型態主義”雖比“有機的”涵義更精確，但卻暗示著外形才能產生關鍵的作用。因此他將其研究重點集中在“模仿動物”或“具動物形態”的新建築（出處同上，p11）。

從調節環境義務與責任的觀點，一棟與自然環境呼應，外形如同自然界生物或是外觀經過柔和處理的建築，更容易被看出對環境負責的態度（出處同上，p20）。因此仿生建築正透過各種實踐方式與“綠色建築”、“能源建築”與“生態建築”連結在一起。得力於電腦科技的進展，讓「設計工具」的改變，提供設計者複製、延異、擴展、扭曲、變形的能力，也是仿生建築的主要動力推手。

參、永續發展概念的重構

自從 1987 年第四十二屆聯合國大會中 (WCED) 將「永續發展」的概念定義為：「人類有能力使發展持續下去，既能滿足當代的需要，又不損及下一代滿足其需要發展模式」後，人類開始從本質上去思考人類自身與環境的互動關係，也開始啟動各個層面的行動整合(WCED, 1987)。

「永續發展」對應到人類賴以生活的環境及住居需求行為本身時，對於資源取用的態度應該從減少資源浪費與能源節約二方面著手。但在「不損及下一代滿足其需要」的同時也要「滿足當代的需要」，從這一點上即可看出「再生與重製」的重要，如何讓這一代使用過的資源還能透過「再生與重製」滿足下一代的需要。若再進一步擴充，就是當代要如何去讓上一代使用過的資源透過「回收再製」後加以應用；當「重製物」越來越多成為使用中資源的一員時，即又可以達成另一個「資源減量」的目的。

在國際企業發達與資訊與通訊科技迅速地發展下，在經濟、社會、環保、資源、氣候變遷等因素也正快速的加劇「全球化」現象。「全球化」所帶來的正面意義是讓全人類第一次全面性的面對地球環境的氣候變遷與資源枯竭這二大現象。單一地區的變化不再只是單一事件，而是會形成全球效應。全球化的優點也就是一個正面的力量往往可以得以迅速地反應成為全球性運動。所以「永續發展」概念推展與成果的匯集應用應更善用「全球化」的優勢利基積極推動與建立。

另外透過「永續發展」與「全球化」的對話，也可以將人類對於「環境關懷」的層面提升至「全球環境治理」層面，包括各部門的參與：不分國界與種族的公部門、非政府組織、產業界、知識界；在「權力」與「利益」中納入「知識」新觀念，權力主體由「國家」轉向至「非政府組織」，「國家統治」觀念轉向至「全球治理」，決策主體由「國家」擴大至「非國家主體」：如非政府組織、跨國公司、跨國議題網絡及跨國知識社群 (李河清, 2003)。

肆、插件建築之概念與案例分析

一、插件建築之概念描述

「插件建築」之基本概念可以藉“樹木”的有機體形象加以說明，樹木的形象概念大致上是由三大部份組成：

1、不可見的地底下的根筋部份，其主要功能為：

- [1] 自環境中汲取養分以供應主幹與枝葉之生長養份所需 (如地下之供應管線)。
- [2] 作為支撐整體樹木使之定著於地面 (如建築物之基礎)。

2、可見的為主幹、樹枝與樹葉部份，其主要功能為：

- [1] 主幹與樹枝為養份輸送與供應管線 (如建築內之水電、瓦斯、網路等配管)。
- [2] 樹葉則為組織整體養分並負責透過其行使光合作用達成水分及養分的轉化(新陳代謝)，隨著季節凋落與新生，並得以展現整株樹木的形貌 (如整棟建築外觀上的：太陽能板、遮陽系統、門窗系統、可替換單元)。

3、生態系：

- [1] 鳥類、蝶類、昆蟲、地下之菌類、蚯蚓等與樹木共存，行成一種自給自足的

完整生態系（如：人對建築而言，就是建築生態供應鏈的一環）。

「插件建築」在概念上係以「新陳代謝」的觀念運作，將建築物或城市建築系統拆解成「服務系統」與「被服務單元」二大部份；「服務系統」賦予較長期的生命週期，而「被服務單元」則賦予較短期的生命週期，當「被服務單元」壽命到達時，配合相對時間下營建技術與材料的進步，以新材料或新單元體予以更換。

服務系統以都市範圍來說，如：道路、高架道路、下水道、共同管線...等；若以建築物來說，如：建築結構樑柱、樓梯間、管道間、電梯間...等。被服務單元以都市範圍來說，如：路燈、招牌、公園圍籬、電話亭...等；若以建築物來說，如：內部非結構性隔間、門窗、衛浴設備、管道間內之共同管線、裝飾建材...等。

服務系統與被服務單元的界線在插件建築中是較為粗糙且模糊的。若能將各部份組件拆解的更細，讓服務單位更少而被服務單元更多，對於永續發展是更有利的。另外在插件建築概念中，對於資源再利用的議題也鮮少觸及，若能將可替換單元賦於回收利用之主題，對於永續發展也是極具正面性的。

二、新陳代謝論之案例分析

中銀艙式建築大樓（膠囊塔）

中銀艙式建築大樓（Nakagin Capsule Tower Building）位於日本東京，由黑川紀章（Kisho Kurokawa）建築師所設計的住宅與辦公室複合大樓，樓層數十三層，總樓地板面積 3,091.23 平方公尺，1972 年興建完成。其住宅單位是由名為膠囊（Capsule）預製自我容納單元模組套裝所組成。每一個膠囊是 2.3 公尺×3.8 公尺×2.1 公尺，其機能性如同一個小型生活起居或辦公室空間；小盒子間可以彼此連接結合成大空間，每一個膠囊只用四顆高張力螺栓與一個或二個主要桿件連結，讓設計者可以進行單元的替換工作；但從原先蓋好到今天並沒有單元被替換過。



圖11. 黑川紀章，中銀艙式建築大樓（Nakagin Capsule Tower Building），日本，東京。

（圖片來源：KISHO KUROKAWA，(1992)，FORM METABOLISM TO SYMBIOSIS，New York，ACADEMY EDITIONS/ST MARTIN'S PRESS，p.58-p.59）

這是第一個被實際建造出來的膠囊建築實例，大樓至 2007 還在使用中，但是已經年久失修，正準備面對被拆除的命運。

中銀艙式建築分成兩個部份各自單獨在基地內和基地外進行施工。基地內的工程包括兩座塔和能源供應和設備系統；所有膠囊部份則是在另一家工廠製造與組裝，膠囊為

預製並且已將公用設施及內部裝置配備完成。膠囊完成後再運至工地依附於混凝土核心做結合組裝，核心則是由鋼架及加強的混凝土所作成。

從中銀艙式建築大樓的案例中，我們明顯看到：

- 1、需要工業化程度高，具有工業化製造與施工能力做為支援
- 2、支架體與填充體已明確區分
- 3、系統化製造的客戶化產品於另外工廠生產
- 4、工地僅進行「核心」主體工程之施作與預製「膠囊」之完成組裝
- 5、「膠囊」具有可替換性與更新性，生命週期較短
- 6、「核心」主體工程為供應與連結中心，生命週期較長
- 7、構想實現過程與使用者／居住者較無直接關係

三、開放建築之案例分析

大阪天然氣實驗集合住宅：NEXT21

大阪天然氣實驗集合住宅 NEXT21 位於日本大阪，第一階段計畫開始於 1993 年，基地為 1542.92 平方公尺，並為地下一層和地上六層建築物，總樓地板面積為 4577.2 平方公尺，用途為集合住宅；並於 2000 開始進行第二階段試驗⁴。



圖12.NEXT21，東京，大阪。

(圖片來源：<http://www.osakagas.co.jp/rd/next21/info/info.htm>)

第一階段的 NEXT21 計畫主要是一種「重塑試驗」，將基本建築結構與住宅區分為支架體與填充體的分開施工方法，結構體為預製作為雙方的外牆，其它組件可以輕易取代或移動。NEXT21 不僅以「開放建築」之「支架體」、「填充體」進行住宅與設備構件之可替換性試驗，更在第二階段時，將能源節約納入作為另一個重要主題，進行更大規模的「框架的試驗」。

伍、仿生建築之概念與案例分析

一、仿生建築概念說明

在「當代仿生建築」一書中，將仿生建築分為：象徵意義仿生、功能仿生、非主觀性仿生、生物擬態四大類，其中功能仿生又分為：靜態模擬與動態模擬二種。各自的觀念分別敘述如下：

- 1、象徵意義仿生

⁴ 請參見 <http://www.osakagas.co.jp/rd/next21/>。

動物所象徵的意義性，從遠古時期就已經存在。聖經裡的情節、神話或傳說，動物被用來象徵四元素和世界的四個部份，以及多種命運、觀念、罪惡與道德，對繪畫來說是這樣，對建築亦然。以榮格的觀點來看：在不同時期的藝術領域中，對動物象徵的大量運用顯示出我們生命中所企盼的並不是生物的外在特徵，而是他們共有的內在本質—本能（當代仿生建築 Zoomorphic-New Animal Architecture, p40-41）。

2、功能仿生—靜態模擬

通過在取景鏡中掌握形體概念的同時增加放大倍率，會發現自然界的物體反覆出現多面結構和對稱性。從海生原生動物的放射蟲到一些病毒，甚或碳 60 分子都呈現同樣的結構。從其中可看到空間形成的可能性，因為之前的建築師幾乎是忽視了自然界，有機型態一方面擴展了高科技的可能性，另一方面也帶給有機學派第一次大範圍的實踐機會（出處同上，p82-83）。

3、功能仿生—動態模擬

建築和動物的區別之一就是動物是可以移動的，而建築是扎根在原地，這看來似乎是個顯而易見的結果。然而，出於對強加在建築物作用力上的反應，建築其實是可以移動的，雖然這些移動可能是很輕微。為了適應必要的移動性，工程師們會用一些工程手段，就是這種移動促使動態仿生型態建築的產生。要達成可移動式建築之構件，就得向動物界的移動機制有更進一步的學習（出處同上，p113）。

4、非主觀性仿生

主觀性仿生是種有意識性的仿生，但非主觀性的仿生則是一開始並非就意識到以仿生為前提的設計行為，但最後的設計成品卻具有仿生建築的特徵。

或許仿生建築學最有益的一面就是將環境因素考慮到建築設計中（出處同上，p133）。現在有種說法：數字技術（電腦演算能力）導致了一系列動態的生物模擬設計，也就是說，形成了驚人相似的仿生建築設計。這種說法雖然不太恰當，但事實上這種想法卻很有意思，這種仿生建築設計在年輕的建築師中十分流行，並且逐漸在國際建築大賽中展露頭角。不管一開始的設計是如何成形（構想、草圖、泥塑模），最終都要變成數字化模型，以便進行結構計算，來判斷這個設計是否行的通。有些這類的建築師會辯解說：“電腦”僅僅是個工具。但有些評論家發現，對他們作品的近距離經驗反映出“多媒體重塑設計形體的能力”，並透過整個辦公系統的輸出，導致令人吃驚的轉變，設計師們發現自己不由自主的設計了一些有機仿生作品（出處同上，p132）。當中比較弔詭的是：電腦工具與文化潮流（仿生）二者的順位為何？因為這二者產生的時機與背景環境或許相同。換句話說，事先有想法在透過工具達成，還是受制於工具發展下的結果？目前還是眾說紛紜。

5、生物擬態

生物擬態建築是仿生建築論者對於未來發展的可能與期許，希望人們學習的僅僅是生命的形式，還有生命循環的模式。從早期對生物學的堅持只能侷限

於對自然外在的模仿與隱喻到：不只是外型的簡單模仿，同時在更深層次上顯示出對生物的功能和行為的模仿。同時學習：生物有機體既可以通過進化來適應環境，也能夠無時無刻用各種方式對所發生著的改變作反應。開拓新興的“仿生建築”領域的主要目的之一就是營造相似性，我們會喜歡未來的“智能建築”（出處同上，p168）。

二、仿生建築案例分析

經由電腦數位科技在數字處理能力的大躍進與分子聚合技術更成熟的今天，我們可以見到更多仿生建築得以付諸實現，並且還有更多設計案件正在發展。

1、象徵意義仿生—魚舞餐廳，日本，神戶，1986-1987

魚舞餐廳位於神戶（日本最繁忙的港口之一）的造船廠中，設計者為美國建築師 Frank Gehry，他被歸類於解構主義者，其作品往往充滿了雕塑性。外觀直接以魚的外形呈現，透過菱形網格與金屬網版的延伸變化滿足複雜的建築外皮需求，呈現出強烈的魚鱗外皮意象；當夜晚內部燈光透過魚形建築透出光線時，層層相疊的半透明生魚片意象更是直接傳遞出來；蓋瑞還有個著名的魚燈，也是直接利用魚的型態與生魚片的透明感來形成。因為本個案直接以魚的型態來直喻港邊的餐廳，因此被休·奧爾德西-威廉斯歸類於“象徵意義仿生”。



圖13. 法蘭克·蓋瑞（Frank Gehry），魚舞餐廳，日本，神戶，1986-1987。

（圖片來源：http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0d/Fish_dance01_2816.jpg）

2、靜態功能模擬仿生—音樂禮堂公園，義大利，羅馬，1994-2002

由義大利建築師 Renzo Piano 所設計，他的設計往往被歸類於高科技建築。音樂禮堂公園（Parco della Musica Auditorium）外在形態以昆蟲（甲蟲）為模擬對象，整棟建築以灰綠色的鍍鉛板包覆漂浮於咖啡色建築之上，一種昆蟲隱喻與音樂性隱喻（昆蟲腹部可振動發出聲音），因此被歸類於靜態功能模擬仿生建築之列，但也具最初階的象徵意義仿生。倫佐·皮亞諾在日本也有一座可歸類於此類的建築—關西國際空港（Kansai International Airport），係模擬自鳥類骨骼與空氣動力學。



圖14. 倫佐·皮亞諾 (Renzo Piano)，音樂禮堂公園，義大利，羅馬，1994-2002。
(圖片來源：<http://www.renzopiano.com>)

3、動態功能模擬仿生—伊甸園工程，英國，康沃爾郡，1996-2001

由英國 Nicholas Grimshaw 及合夥人事務所設計的這個工程是蓋在一座廢棄黏土坑原址之上，用途作為溫帶和熱帶植物園之用，可形成一座極具生物多樣性吸引力的地方。伊甸園工程⁵ (Eden Project) 的外表面層由扁豆狀的六邊形聚四乙氟烯 (ETFE) 氣泡組成，該材料吸收自然光的能力優於玻璃而且更輕，更有利於內部植物的生長 (出處同上，p119)。伊甸園工程宣示出如何透過對自然界的學習，在非圓形的土地上成群的使用球型結構來達到最大結構的經濟性，結構變成是可以生長出來的。



圖15. Nicholas Grimshaw，Eden Project，英國，康沃爾郡，1996-2001。
(圖片來源：<http://www.edenproject.com/whats-at-eden/eden-in-pictures/>)

4、非主觀性仿生—格拉夫頓新大廳，英國，英格蘭，柴郡，2001-

Ushida Findlay Partnership⁶ 設計，配置上採取海星型態，建築延著海星肢體往外伸出去，建築也如同海星一樣緊抓住基地。內部空間則按照一天當中不同時間太陽軌道的邏輯分佈在建築分支中，將鄉村俱樂部重新詮釋的案例。

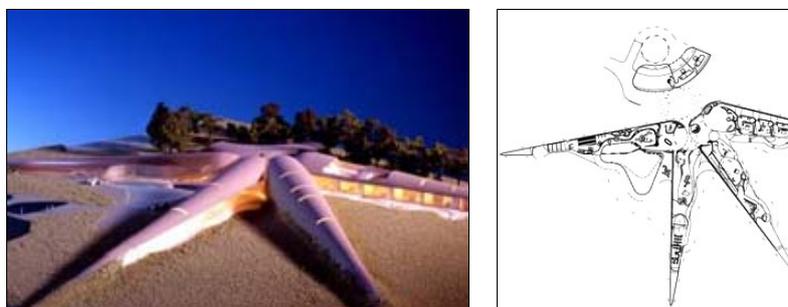


圖16. Ushida Findlay Partnership，Grafton New Hall，英國，英格蘭，柴郡，2001-。
(圖片來源：<http://imomus.livejournal.com/276141.html>)

陸、永續發展與插件建築及仿生建築之間的聯繫

⁵ 請參見 <http://www.edenproject.com/>。

⁶ 請參見 <http://www.archilab.org/public/2000/catalog/ushida/ushidaen.htm>。

插件建築與仿生建築間，至少從外在型態直觀上似乎差異甚大。仿生建築以大量自然曲線、非理性而隨機、非正交模式、動態時態、爆炸或破碎融合、不易掌握卻有趣的纏繞連續面...等特徵著稱；而插件建築卻對立似的以直線性、平面對稱性、笛卡兒座標系統（Cartesian coordinate systems）與正交模式、清楚理性的組織層級、有秩序的結合、穩定的靜態時態、單元量體的重複...等特點上可加以明辨。

但是觀察後，二者間若藉由“永續發展”作為橋樑，或許可以有許多個具有聯繫性的概念與互補的可能性存在，本章將逐項探討以羅列出彼此間的聯繫如下：

一、在永續發展上做努力

仿生建築與插件建築的終極關懷都清楚的指向環境與能源二個面向，而這二大面向也正是永續發展的主軸，若能透過二者對永續發展努力上的共同傾向來加以了解，似乎可觀察到一個可以讓彼此結合與相輔相成的結果，就是透過不同的腳色界定：，將插件建築延伸到仿生建築中，因為“永續發展”將會是聯繫生態型建築的重要關鍵。

仿生大體上強調的是與環境的融合與適應，比較重視的是自然資源盡量自然的獲取（如：風力、水力、太陽能）與生物性功能的模仿；而插件建築重視的則是必要取得資源的再利用，在隨時間汰換的構件上進行重複組合使用的思考（功能上分為可變與不可變），若能將這些零組件在加以細化來滿足仿生建築的多變性，如此就可讓二者加以更緊密的結合。也就是說，讓仿生建築與插件建築在不同組合的情況下，二者依不同輕重權衡來調整適應以共同擔負環境與能源的把關責任。

二、對生命週期的代謝觀念

仿生建築終極的目標之一就是學習生物界的生命循環的模式，而插件建築中的新陳代謝與開放建築的依目標層級設定生命週期等觀點，也都是把整體建築視為一種生命體。既然是種生命體，就自然有其生命循環週期，與早期建築要建立的紀念形式與永久性（至少西方建築史載在都透露出此一訊息）是非常不同的，也都是一種新的想法與典範。建築學具有了生命週期的概念後，對後續的設計發展上必然將會有所回應與省思，設計手法與工具也將會產生某種急切性。其實此一效應，如今已經可在電腦應用軟體與數位資訊繪圖建構工具方面的快速進展上預見。

三、復原重生觀念上的重疊

仿生建築與插件建築既然不約而同的談到生物型態的生命循環模式，建築應該是會自我修復與復原重生的。生物界有著斷肢求生與自我修復的強大能力，反觀建築學未來在發展上，似乎也可從中學習到：重新定義“構件”之不同生命週期、斷肢構件為何？可自我修復之構件及可另行組構修復之構件又為何？另外重生的概念主可透過適應與演化來達成，或許將來透過所謂的“智能建築”經由“人工智慧與電腦科技”的輔助，或可逐步達成。

四、高科技技術與材料的依賴

仿生建築與插件建築二者由於所牽涉的學科範圍都很廣泛，已非單一建築師就能完成，而是需要更多的成員與團隊運作方能獲至完美成果。而人腦的運作複雜度雖高於電

腦甚多，但電腦的紀錄能力越來越強，資料瞬間的交叉分析能力與計算能力也早已超越人腦。藉助電腦的參數建立與紀錄能力、數位模型的分析組構能力，在新一代的設計中可獲致更大的自由度與效率。仿生建築與插件建築都必須善用電腦工具的設計技術來達成，不言而喻的也因此有一部份仿生建築師的作品會被歸類為“數位建築”。

在仿生建築與插件建築的案例中，常常有著大跨距的特性：仿生建築中水平性的大跨距與插件建築中的垂直性大跨距。因為這個發展傾向，二者勢必都必須發展新的材料來加以因應，因此透過生物學、化學、物理學、分子學的結合，再經由電腦輔助計算、分析、模擬等能力找出更輕、更強的材料及更新的組合方式。

柒、結論與建議

本分析研究用意在於透過一些簡明易懂的實例引介與個案分析上，將具有可能性或已然實踐的作法以建立設計操作概念與手法的方式加以歸納分析，並在「永續發展」主題的引導下，將仿生建築與插件建築聯結成新的「生物擬態插件建築」(暫訂為 Biological Mimicry Plug-In Unit Building)，期許跨領域的學科整合，並冀望起頭的設計構想創意製造者在內心與設計操作過程中都能有著生物與環境觀點，一點一滴的去累積出他們對於地球—包含人類在內的整體動植物與礦物—真心關懷的人造環境。

本研究針對永續建築的設計操作手法，歸納整理出五點主要輪廓，將可作為有心進入此一領域的個人或團隊予以傳遞或記憶。並冀望對於後續有心研究者有個拋磚引玉的效果：

一、跨領域學科的整合

經由上述各文獻的觀察，可獲得一個一致結論：建築學將邁入一個更複雜與責任更重的一個困境。自從自然科學與建築學分道揚鑣以來，此一世紀將進入重新整合的一個階段，不單單是建築學與自然科學的整合就可以達成使命，而是更多生物學家、化學家、物理學家、自然學家、數學家、建築學家的投入與合作，甚或對於新建築意義的傳遞上，還需要哲學家的貢獻。因此要造就此一新建築成就的時代，建築學必須整合各種跨領域的學科，但不一定是以建築學家為首，例如由生物學者變成設計師的 Julian Vincent 即為一例。

二、擴大仿生建築模擬範圍

仿生建築應該擴大生物的模擬範圍，從會移動的動物界（基本上是水平性的發展）跨到不會移動的植物界（與地心引力抗衡的垂直性發展）才行。而且二者間其實有許多案例是可以重疊共通的，如：仿生建築中提到的動態功能仿生在尤納·弗萊德曼與建築電訊的主張中都提及過移動城市或住宅的概念（如同候鳥適應氣候或游牧民族依食物消長需求的遷移）。

三、加強插件建築的多樣性

由插件建築可以明顯看出該類建築發展雖然與新電腦科技與新材料有著密切關係，但同樣可察覺到插件建築案例中對於傳統繪圖方式與笛卡爾座標系統上的依賴；其

單元或尺寸的複製方式，僅止於“模矩”的建立上，並未如仿生建築中進入生物細胞的階段因此往往讓人有“機械主義”、冷冰冰缺乏人性的評語，也由於這個概念開發上的侷限，造成其實踐上缺乏彈性的僵化現象。若能將生物型態由微觀到巨觀的觀察成果用於補強插件建築的某些觀點；換句話說就是將二者結合起來的話，插件建築中缺乏的多樣變化性就可達成，也可使得“生物型插件建築”更具人性化—生物性特徵。

四、新工具與新材料的適應與開發

仿生建築與插件建築必然應用到新工具—電腦科技與新材料。在最有經驗的老一輩或中輩建築師中，不乏許多抗拒新工具的建築師，當面重大的技術革命時，不願面對是種人類害怕改變的直觀反應；另一種不願面對改變的可能是投入與回饋的不成比例或受限於地域性經濟規模的限制。但面臨全球變化與大環境丕變的年代，唯一不變的就是“不斷的改變”，電腦設計工具已經深入生活當中，而新材料的使用也正被大量開發，因此當面臨這些轉變的必然進程，從根本上去適應與使用甚或積極的投入開發的行列，正是將害怕轉為正面迎接以獲得設計手法上演變進化的時機。

五、零組件化與可重複且多重使用化的思考

多樣性包含於生物型態的演化上，而建築除了學習生物外型外，同樣也得學習其內在。為了建築學的多樣性發展需要，由整體到小細節隨時都得加入零組件與重複組裝使用的看法，因為零組件就是小至最小細胞或分子複製與組合的單位，而重複組裝使用就是生物界適應大環境變動時得以再生或演化存續的關鍵。唯有設計構想創意製造者時時刻刻都謹記著這個非常基本的原則，方能使得仿生建築與插件建築得以在永續發展的主題框架底下進行更徹底的融合。

綜合以上各點，永續發展與生態兼顧在手法與觀念上，將透過跨領域學科的整合、仿生建築模仿領域的擴張、插件建築多樣性的補足、新工具與新材料的使用與開發、零組件與重複使用化的思考...等各方面加以對應與操作；而實際操作手法也可以從上述文獻觀察中的各個概念與案例得到啟發。對於設計者來說，最重要的，就是應該加以了解並即時整合應用，而不能再只是紙上談兵了。

參考文獻

一、期刊書籍

- (1) 李河清，(2003)，永續發展的國際關係面向：全球環境治理，全球變遷通訊雜誌，第 38 期 (4)，21-25。
- (2) Crompton, D. (1994) *A Guide to Archigram, 1961-1974*, London: Academy Editions, 葉朝憲、吳依婷譯，(2003)，1961-74 建築電訊指南，台北，田園城市文化。
- (3) Habraken, N. J. (1972) *Supports: An Alternative to Mass Housing*, London: Architectural Press。

- (4) 吳綏德譯 (1983) 後期新陳代謝論系譜 (Post-Metabolism) (原為 JA 雜誌 247 期專刊), 台北, 尚林出版社。
- (5) Aldersey-Williams, Hugh, (2004), Zoomorphic-new animal architecture, London: Laurence King, 盧昀傳、苗苗、劉靜波譯, 當代仿生建築, 大連, 大連理工大學出版社。
- (6) Vincent, J. F. V., (2001), Stealing Ideas from Nature, in S. Pellegrino (Ed.), Deployable structures, Vienna: Springer-Verlag, 51-58。

二、網站資料 (最近日期 2008/12/31)

- (1) Megastructure Reloaded: <http://www.megastructure-reloaded.org/en/intro/>。
- (2) 尤納·弗萊德曼 (Yona Friedman):
<http://www.megastructure-reloaded.org/en/yona-friedman/>。
- (3) 建築電訊 (Archigram Archives):
<http://www.megastructure-reloaded.org/en/archigram/>。
- (4) 約翰·哈布瑞肯 (N. John Habraken): <http://www.habraken.com/>。
- (5) 台灣科技大學研究發展處—開放建築中心
<http://www.rd.ntust.edu.tw/front/bin/ptlist.phtml?Category=189>。
- (6) Open Building Implementation 開放式建築組織執行小組, CIB W104
<http://open-building.org/>。
- (7) Open Building Concepts 開放建築概念, by Prof. Dr. Stephen KENDALL, Joint Coordinator, CIB W104, <http://www.open-building.org/ob/concepts.html>。
- (8) 大阪天然氣實驗集合住宅: NEXT21 <http://www.osakagas.co.jp/rd/next21/>。
- (9) 休·奧爾德西-威廉斯 (Hugh Aldersey-Williams):
<http://www.hughalderseywilliams.com/>。
- (10) BMW Welt: http://www.bmw-welt.com/web/portal/de/index_highend.html。
- (11) 藍天組 Coop himmelbl(L)au: <http://www.coop-himmelblau.at/>。
- (12) 扎哈·哈迪德 (Zaha Hadid Architects): <http://www.zaha-hadid.com/>。
- (13) 莫菲西斯 (Morphosis): <http://www.morphosis.net/>。
- (14) 法蘭克·蓋瑞合夥人事務所 (Gehry Partners, LLP): <http://www.foga.com/>。
- (15) 倫佐·皮亞諾 (Renzo Piano): <http://www.renzopiano.com/>。
- (16) 音樂禮堂公園 (Auditorium Parco della Musica, Rome):
<http://www.galinsky.com/buildings/parcodellamusica/index.htm>。
- (17) 尼古拉斯·葛雷姆蕭 (Nicholas Grimshaw) 及合夥人事務所:
http://www.grimshaw-architects.com/launcher.html?in_projectid=。
- (18) 伊甸園工程 (Eden Project): <http://www.edenproject.com/>。
- (19) 烏西達-梵德雷建築事務所 (Ushida Findlay Partnership):
<http://www.archilab.org/public/2000/catalog/ushida/ushidaen.htm>。